

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/007102

International filing date: 12 April 2005 (12.04.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-118592
Filing date: 14 April 2004 (14.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 02 June 2005 (02.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 4 月 1 4 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 1 8 5 9 2

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 1 1 8 5 9 2

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 5 月 2 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	2047960049
【提出日】	平成16年 4月14日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H04J 11/00
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
【氏名】	松下電器産業株式会社内 白方 享宗
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
【氏名】	松下電器産業株式会社内 尾本 幸宏
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
【氏名】	松下電器産業株式会社内 浦部 嘉夫
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地
【氏名】	松下電器産業株式会社内 原田 泰男
【特許出願人】	
【識別番号】	000005821
【氏名又は名称】	松下電器産業株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100097445
【弁理士】	
【氏名又は名称】	岩橋 文雄
【選任した代理人】	
【識別番号】	100103355
【弁理士】	
【氏名又は名称】	坂口 智康
【選任した代理人】	
【識別番号】	100109667
【弁理士】	
【氏名又は名称】	内藤 浩樹
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	011305
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9809938

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

同期シンボルを複数繰り返した同期シンボル列が複数のデータシンボルの前に挿入された伝送フレームを受信する受信装置で、

前記同期シンボルは、互いに直交し、搬送波周波数が異なる複数のサブバンドシンボルを合成したシンボルで、

前記複数のサブバンドの搬送波周波数は所定の周波数間隔で等間隔に配置され、

前記シンボル内に前記所定の周波数間隔の逆数の周期で同期パターンが現れることを特徴とし、

サブバンド間位相差に基づいてサンプリングクロックを発生するクロック発生部と、

前記クロック発生部の出力に基づいて前記伝送フレームをサンプリングするアナログ／デジタル変換部と、

同期パターン間位相差とシンボル間位相差に基づいて、前記アナログ／デジタル変換部の出力の周波数を補正する周波数補正部と、

前記周波数補正部の出力と、前記同期パターンとの相関を求める同期パターン相関部と、

前記同期パターン相関部の出力のピークを求めるピーク検出部と、

前記ピーク検出部の出力に基づいてタイミングを判定するタイミング判定部と、

前記同期パターン相関部の出力と、前記ピーク検出部の出力と、前記タイミング判定部の出力に基づいて前記同期パターン間位相差を検出する同期パターン間位相差検出部と、

前記周波数補正部の出力と前記複数のサブバンドシンボルとの相関を求める複数のサブバンド相関部と、

前記複数のサブバンド相関部の出力と、前記タイミング判定部の出力に基づいて、前記各サブバンドシンボルごとに所定のシンボル間隔で前記シンボル間位相差を検出するシンボル間位相差検出部と、

前記シンボル間位相差検出部の出力と、前記タイミング判定部の出力に基づいて、前記サブバンド間位相差を検出するサブバンド間位相差検出部と、

前記周波数補正部の出力と、前記タイミング判定部の出力に基づいて前記データシンボルを復調するデータ復調部を備える受信装置。

【請求項 2】

前記タイミング判定部は、前記ピーク検出部の出力が同期パターン間隔で所定回数検出された場合、前記同期シンボル列の開始タイミングと判定し、前記ピーク検出部の出力が前記同期パターン間隔で検出されなくなれば、前記同期シンボル列の終了タイミングと判定することを特徴とする請求項 1 記載の受信装置。

【請求項 3】

前記同期パターン間位相差検出部は、前記ピーク検出部の出力に基づいて前記同期パターン相関部が出力する複素相関値の、前記同期パターン間隔での位相差を検出して平均化し、前記開始タイミングが入力されると平均化を終了して、前記周波数補正部に前記平均化した位相差を出力することを特徴とする請求項 1 記載の受信装置。

【請求項 4】

前記シンボル間位相差検出部は、開始タイミングが入力されると、前記複数のサブバンドごとに、前記所定のシンボル間隔で、前記サブバンド相関部が出力する複素相関値の位相差を検出し、複数のシンボル間隔の位相差と、これらを平均化した位相差を出力することを特徴とする請求項 1 記載の受信装置。

【請求項 5】

前記シンボル間位相差検出部は、周波数誤差が大きい場合は、位相差を検出する前記所定のシンボル間隔を短くし、周波数誤差が小さい場合は、前記所定のシンボル間隔を長くすることを特徴とする請求項 1 記載の受信装置。

【請求項 6】

前記サブバンド間位相差検出部は、前記シンボル間位相差検出部が出力する前記複数のサ

ブバンドのシンボル間位相差から、前記所定の周波数間隔のサブバンド間の位相差を検出し、これらを平均化した位相差を出力することを特徴とする請求項1記載の受信装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 受信装置

【技術分野】

【０００１】

本発明はマルチキャリア伝送方式を採用した有線または無線伝送システムの受信装置であり、搬送波周波数誤差及びクロック周波数誤差を補正する受信装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

近年デジタル信号の伝送方式としてマルチキャリア伝送方式が注目されている。マルチキャリア伝送方式は、伝送データを直列並列変換してシンボル速度を下げた後、互いに直交する複数のサブバンドの振幅及び位相にデータを割り当てて伝送する変調方式である。マルチキャリア伝送方式は伝送帯域を複数のサブバンドに分割して伝送するため、サブバンド毎の変調方式を変えることもでき、柔軟な周波数利用が行える。また、シンボル速度が下がるため、遅延波に対する耐性が上がり、マルチパス妨害に対して強い伝送方式である。

【０００３】

マルチキャリア伝送方式には、OFDM（直交周波数分割多重）や直交ウエーブレット関数を用いたウエーブレット変調方式などが提案されている。

【０００４】

図２は特許文献１で開示されている従来のOFDM受信装置の構成を示す図である。

【０００５】

A/D変換回路２０１はクロック発生回路２０２から入力されるクロックに基づいて受信信号をサンプリングし、デジタル信号に変換する。複素乗算回路２０３はNCO（数値制御発振回路）２０５から入力される複素正弦波信号と、デジタル信号に変換された受信信号を乗算し、搬送波周波数誤差を補正する。搬送波周波数誤差はまずガード相関演算回路２０４で粗く推定される。OFDM信号には、遅延波耐性を高めるために有効シンボルの一部を巡回的に繰り返すガードインターバルが付加されている。ガード相関演算回路２０４では入力されたOFDM信号と、有効シンボル時間だけ遅延させたOFDM信号の相関値を演算し、相関がピークとなるタイミングとこの時点の位相を求める。これに基づいて有効シンボル時間間隔での位相差を求める。この位相差が搬送波周波数誤差に相当するので、これを打ち消すようにNCO２０５を制御する。

【０００６】

この相関がピークとなるタイミングは有効シンボルの区間を示しており、これに基づいて高速フーリエ変換回路２０６は粗い周波数補正がされたOFDM信号を周波数領域の信号に変換し、各サブバンド毎の振幅と位相を出力する。この振幅と位相からデータ復調部２０９は各サブバンドのデータを復調する。

【０００７】

OFDMでは所定のサブバンドに、所定の位相と振幅を割り当てたパイロット信号を挿入し、受信側ではこのパイロット信号に基づいて周波数誤差補正や等化を行うことが従来から用いられている。搬送波周波数誤差演算回路２０７は、高速フーリエ変換回路２０６が出力する各サブバンドの情報から所定のパイロット信号だけを抽出し、その位相変化から残留周波数誤差を推定する。この残留周波数誤差に基づいてNCO２０５を制御し、より精密な搬送波周波数同期を行う。また、クロック周波数再生回路２０８はパイロット信号の位相変化からクロック周波数誤差を推定する。このクロック周波数誤差に基づいてクロック発生回路２０２を制御し、クロック再生を行う。

【特許文献１】 特開平１０－３０８７１５号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

しかしながら、前記従来の構成では、クロック周波数誤差を推定するために変換処理に時間がかかる高速フーリエ変換回路を用いなければならず、クロック周波数制御ループが収束するまでに時間がかかるという課題があった。

【０００９】

またOFDMでは搬送波周波数誤差が大きいと各サブバンドの直交性がくずれサブバンド間干渉が起こり、フーリエ変換してもパイロット信号を正確に抽出できないという課題があった。前記従来の構成ではガードインターバルの相関を利用して粗い周波数誤差の補正を行っているが、有効シンボル時間間隔での位相差ではサブバンド間隔以下の周波数誤差しか推定することができないため、それ以上の周波数誤差に対しては別途周波数誤差推定用の同期シンボルを用いる必要がある。

【００１０】

なおOFDMではガードインターバルの相関を利用して粗い周波数誤差推定と有効シンボルタイミング推定をすることができるが、ウェーブレット変調などガードインターバルを必要としない変調方式では周波数誤差推定と有効シンボルタイミング推定を行う同期シンボルを用いる必要がある。

【００１１】

本発明は、前記従来の課題を解決するもので、搬送波周波数誤差が大きな場合でもシンボルタイミングの推定と搬送波周波数誤差の推定およびクロック周波数誤差の推定を短時間でできる受信装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１２】

前記従来の課題を解決するために、本発明の受信装置は、同期シンボルを複数繰り返した同期シンボル列が複数のデータシンボルの前に挿入された伝送フレームを受信する受信装置であって、前記同期シンボルは、互いに直交し、搬送波周波数が異なる複数のサブバンドシンボルを合成したシンボルで、前記複数のサブバンドの搬送波周波数は所定の周波数間隔で等間隔に配置され、前記シンボル内に前記所定の周波数間隔の逆数の周期で同期パターンが現れることを特徴とし、サブバンド間位相差に基づいてサンプリングクロックを発生するクロック発生部と、前記クロック発生部の出力に基づいて前記伝送フレームをサンプリングするアナログ／デジタル変換部と、同期パターン間位相差とシンボル間位相差に基づいて、前記アナログ／デジタル変換部の出力の周波数を補正する周波数補正部と、前記周波数補正部の出力と、前記同期パターンとの相関を求める同期パターン相関部と、前記同期パターン相関部の出力のピークを求めるピーク検出部と、前記ピーク検出部の出力に基づいてタイミングを判定するタイミング判定部と、前記同期パターン相関部の出力と、前記ピーク検出部の出力と、前記タイミング判定部の出力に基づいて前記同期パターン間位相差を検出する同期パターン間位相差検出部と、前記周波数補正部の出力と前記複数のサブバンドシンボルとの相関を求める複数のサブバンド相関部と、前記複数のサブバンド相関部の出力と、前記タイミング判定部の出力に基づいて、前記各サブバンドシンボルごとに所定のシンボル間隔で前記シンボル間位相差を検出するシンボル間位相差検出部と、前記シンボル間位相差検出部の出力と、前記タイミング判定部の出力に基づいて、前記サブバンド間位相差を検出するサブバンド間位相差検出部と、前記周波数補正部の出力と、前記タイミング判定部の出力に基づいて前記データシンボルを復調するデータ復調部を備える。

【発明の効果】

【００１３】

本発明の受信装置によれば、シンボル間隔よりも短い間隔の同期パターン間の位相差から搬送波周波数誤差を検出して誤差を補正後、サブバンドシンボルの相関を求めることで、大きな搬送波周波数誤差がある場合でも精度よくサブバンド毎の位相変化を検出することができる。各サブバンドのシンボル間位相差から残留周波数誤差を検出し、シンボル間位相差の各サブバンド間位相差からサンプリングクロック周波数誤差を検出し、補正することでデータシンボルの復調誤りを低減できる。同一の同期シンボルを用いてタイミング

検出、搬送波周波数誤差検出、サンプリングクロック周波数誤差検出ができ、短時間で同期を確立することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【0015】

(実施の形態)

図1は、本発明の実施の形態における受信装置の構成を示すブロック図である。図1において101はA/D変換部、102はクロック発生部、103は周波数補正部、104は同期パターン相関部、105はピーク検出部、106はタイミング判定部、107は同期パターン間位相差検出部、108、109はサブバンド相関部、110はシンボル間位相差検出部、111はサブバンド間位相差検出部、112はデータ復調部である。

【0016】

図3は、本発明にかかる受信装置で受信する伝送フレームの一例を示す図である。伝送フレームは同期シンボル列301とデータシンボル列302からなる。同期シンボル列301は同期シンボルSをm回(mは2以上)繰り返したS1、S2、…、Smからなる。同期シンボルSは同期パターンPをシンボル内でn回(nは2以上)繰り返したP1、P2、…、Pnからなる。よって同期シンボル列は同期パターンPをn×m回繰り返した信号となる。

【0017】

まず図1、図3を用いて動作の概要について説明する。

【0018】

入力された受信信号は、クロック発生部102が発生する所定クロック周波数のクロックに基づいてA/D変換部101でアナログ/デジタル変換される。

【0019】

デジタル信号に変換された受信信号は周波数補正部103で周波数補正が行われる。周波数補正は後段で検出された周波数誤差に基づいて受信信号の周波数を補正する。受信信号が複素数で表現されていれば例えば周波数誤差に応じた複素正弦波を乗算することで補正が行える。あるいはCORDICアルゴリズムを用いて受信信号の位相を直接変化させてもよい。また、受信信号が実数で表現されていれば例えば周波数誤差に応じた正弦波を乗算し、フィルタで所望信号だけを抽出してもよい。あるいはヒルベルト変換で複素数表現に変換し、上記と同様に複素正弦波を乗算してもよい。

【0020】

同期パターン相関部104では周波数補正部103の出力と同期パターンPとの相互相関が求められる。これにより、受信信号と同期パターンPが一致するタイミングで相関値のピークが出力される。ピーク検出部105はこの相関値のピークタイミングを検出する。また、送信側と受信側で周波数誤差が生じるとこのピークタイミングで相関値に位相差が現れる。同期パターン間位相差検出部107はピーク検出部105の出力するピークタイミングに基づき、同期パターン相関部104が出力する相関値の位相差を検出する。ピークタイミングごとの位相の変化が周波数誤差に相当するのでこれに基づいて粗い周波数誤差が推定できる。

【0021】

タイミング判定部106はピーク検出部105の出力するピークタイミングに基づいて同期シンボルのタイミングを判定する。同期パターンPの時間間隔でピークタイミングが所定回数検出されれば同期シンボルが到来していると判定し同期シンボル開始タイミングを出力する。また、同期パターンPの時間間隔でピークタイミングが所定回数検出されなくなれば同期シンボルが終了したと判定し、同期シンボル終了タイミングを出力する。同期シンボル開始から同期シンボル終了までの間は同期シンボルSの時間間隔で同期シンボルタイミングを出力する。

【0022】

同期パターン間位相差検出部 107 はタイミング判定部 106 から同期シンボル開始タイミングが入力されると、それまでに検出された周波数誤差を保持し、周波数補正部 103 に出力する。周波数補正部 103 はこれ以降入力される受信信号をこの周波数誤差に基づいて補正する。

【0023】

同期シンボル開始タイミング検出後、周波数補正部 103 で周波数補正された受信信号は、サブバンド相関部 108、109 に入力される。サブバンド相関部は、タイミング判定部 106 が出力する同期シンボルタイミングに基づいて、同期シンボルを構成する既知の複数のサブバンドシンボルのそれぞれについて受信信号との相互相関を求める。サブバンド相関部は少なくとも 2 つ備えられ、少なくとも 2 つの異なるサブバンドシンボルの相関を求める。

【0024】

周波数補正部 103 で補正しきれない残留周波数誤差があると、全てのサブバンドは残留周波数誤差分だけ周波数シフトされるため、シンボル時間毎に同じ量の位相回転が生じる。またクロック周波数誤差があると、シンボル時間が送信側と異なるため、シンボル時間毎に各サブバンドの周波数に応じた位相回転が生じる。

【0025】

そこでシンボル間位相差検出部 110 はそれぞれのサブバンド相関部の出力について所定シンボル間隔での位相差を検出し、これを平均化することで残留周波数誤差を推定する。タイミング判定部 106 で同期シンボル終了タイミングが検出されると、推定された残留周波数誤差を保持し、周波数補正部 103 に出力する。周波数補正部 103 は先に推定された粗い周波数誤差をこの残留周波数誤差で補正し、以降のデータシンボルの周波数を補正する。

【0026】

シンボル間位相差検出部 110 で検出されたそれぞれのサブバンドのシンボル間位相差はサブバンド間位相差検出部 111 に入力される。サブバンド間位相差検出部 111 ではそれぞれのサブバンドのシンボル間位相差についてサブバンド間での位相差を検出する。これにより各サブバンド周波数に応じた位相回転が検出でき、クロック周波数誤差を推定することができる。タイミング判定部 106 で同期シンボル終了タイミングが検出されると、推定されたクロック周波数誤差を保持し、クロック発生部 102 に出力する。クロック発生部 102 はこのクロック周波数誤差に基づいてクロックを発生し、以降のデータシンボルのサンプリングクロックを補正する。

【0027】

同期シンボル終了タイミング以降は、上記のように周波数補正がされたデータシンボルがデータ復調部 112 で復調され受信データが出力される。

【0028】

次に各部の詳細について説明する。

【0029】

図 4 を用いて本発明で用いる同期シンボルについて説明する。同期シンボルは、互いに直交し、搬送波周波数が異なる複数のサブバンドシンボルを合成したシンボルである。図 4 (a) はその周波数軸表現を模式的に示したものである。各サブバンドシンボルは所定のサブバンド間隔 $1/T_p$ 毎に配置する。各サブバンドシンボルは所定の位相と振幅を割り当てる。各サブバンドシンボルは互いに直交する信号であればどんなものを用いても良く、例えばフーリエ級数のように複素正弦波を用いても良い。あるいは、直交ウェーブレット関数を用いたウェーブレット波形を用いても良い。

【0030】

図 4 (b) はこのような周波数配置されたサブバンドシンボルを合成した同期シンボルの時間軸表現を模式的に示したものである。このとき、サブバンド間隔を $1/T_p$ とすると、時間軸ではその逆数である T_p 間隔で繰り返しパターンが現れる。これを同期パターンとする。同期シンボルは少なくとも 2 つのサブバンドシンボルを合成したシンボルとす

る。

【0031】

このような同期シンボルを送信し、受信時に周波数誤差が生じた場合の様子を図5に模式的に示す。図5(a)は送受間で搬送波周波数、クロック周波数とも誤差がなかった場合を示す。図5(a)の左の図は送信信号と一致するため、図5(a)の右の図に示すように各サブバンドの送受間の位相差はすべて0となる。

【0032】

受信時に搬送波周波数誤差がある場合は図5(b)のようになる。搬送波周波数誤差により、すべてのサブバンドが同じだけ周波数シフトするため、図5(b)の右の図のように各サブバンドの送受間の位相差は一定となる。

【0033】

受信時にクロック周波数誤差がある場合は図5(c)のようになる。クロック周波数はずれるとサンプリング間隔が変わるため、受信側では同期パターン間隔が変化し T_p' となる。このため受信信号のサブバンド間隔は $1/T_p'$ となり、サブバンド周波数に比例してシフト量が変わる。このため、各サブバンドの送受間の位相差はサブバンド周波数に比例し、図5(c)の右の図のようになる。

【0034】

よってこれらの位相差を検出することで搬送波周波数誤差とクロック周波数誤差を推定することが可能となる。

【0035】

まず同期シンボルから各サブバンドを抽出するために $1/T_p$ 以下の粗い搬送波周波数誤差を補正する。同期パターン相関部104では受信信号と、周期 T_p で繰り返される同期パターンとの複素相関を演算する。これにより、受信信号と同期パターン波形が一致するタイミングで複素相関値のピークが現れ、また送受間の位相差が検出できる(図6参照)。

【0036】

搬送波周波数誤差がない場合は、この相関ピークタイミングでの送受間位相差は変化しない。しかし搬送波周波数誤差があるとそれに応じた位相回転が生じるため、相関ピークタイミングごとに、送受間の位相差が変化する。よってこの相関ピークタイミングごと、つまり T_p 周期の送受間の位相差の変動量を求めると $1/T_p$ 以下の搬送波周波数誤差を求めることができる。

【0037】

ピーク検出部105は同期パターン相関部104の出力する複素相関値のピークを検出し、ピークタイミングを出力する。同期パターン間位相差検出部107はこのピークタイミングに基づいて、同期パターン相関部104の出力する複素相関値の同期パターン間隔の位相変動を求める。これら複数の同期パターン間隔の位相変動量を平均化して搬送波周波数誤差とする。タイミング判定部106が同期シンボル開始タイミングを検出すると、それまでに平均化した搬送波周波数誤差を保持し、周波数補正部103に出力する。周波数補正部103では同期シンボル開始タイミング以降の受信信号を、保持された搬送波周波数誤差に基づいて周波数補正を行う。

【0038】

タイミング判定部106はピーク検出105の出力に基づいて同期シンボルの開始と終了を判定する。図7に示すように例えば1つの同期シンボルが4つの同期パターンの繰り返しからなり、さらに同期シンボル列は4つの同期シンボルを繰り返すものとする。

【0039】

タイミング判定部106ではピークタイミングが同期パターン間隔 T_p で所定回数検出されれば同期シンボル列の開始と判定し、同期シンボル開始タイミングを出力する。図7の例では同期パターン間隔 T_p でピークタイミングが4回検出できた時点同期シンボル開始タイミングと判定している。

【0040】

同期シンボル開始タイミング出力後は同期シンボル周期ごとに同期シンボルタイミングを出力する。図7の例では同期シンボルは4つの同期パターンの繰り返しからなるので4 T_p 間隔ごとに同期シンボルタイミングを出力する。

【0041】

その後、同期パターン間隔 T_p でピークタイミングが検出されなくなると、同期シンボル列の終了と判定し、同期シンボル終了タイミングを出力する。

【0042】

同期シンボル開始タイミング以降、粗い搬送波周波数補正がされた受信信号はサブバンド相関部に入力される。サブバンド相関部では同期シンボルを構成する各サブバンドシンボルと受信信号の複素相関を演算し、サブバンド毎の送受間位相差を求める。各サブバンドシンボルは互いに直交し、異なる搬送波周波数を持つため、所望サブバンドシンボルと他のサブバンドシンボルの相関は0となる。よって受信信号と所望サブバンドシンボルの相互相関をそれぞれ求めることで、各サブバンドシンボル毎に送受間位相差を求めることができる。各サブバンドシンボルの相関演算はタイミング判定部106が出力する同期シンボルタイミングに基づいて行われる。相関演算を行う区間を同期パターン期間 T_p より長い同期シンボル期間とすることでより精密な位相差を検出することが可能となる。

【0043】

サブバンド相関演算はマッチドフィルタなど相互相関を演算する回路で実現できる。または各サブバンドシンボルが単一周波数複素正弦波の場合は、一周波数 DF_T で相互相関を演算してもよい。

【0044】

なお、サブバンド相関部は同期シンボルを構成するすべてのサブバンドシンボル毎に用意する必要はなく、少なくとも2つ以上のサブバンド相関が求められればよい。

【0045】

シンボル間位相差検出部110では各サブバンドシンボルごとに複素相関値の同期シンボル間隔での位相変化を検出し、これを平均化して残留周波数誤差を検出する。図8にサブバンド相関部が2つの場合の例を示す。同期シンボルタイミングごとにサブバンド相関部1、2から各サブバンドシンボルの送受間位相差が入力される。前段の同期パターン間位相差検出部107で推定した周波数誤差（残留周波数誤差）がある場合、この残留周波数誤差に応じた一定の位相回転が全てのサブバンドで生じる。よって同期シンボル間隔で各サブバンドごとに位相変化を求め、これらを平均化して残留周波数誤差を求める。図8の例では同期シンボル間隔が4 T_p であるので $1/4 T_p$ 以内の周波数誤差を検出することが可能である。

【0046】

タイミング判定部106が同期シンボル終了タイミングを検出すると、それまでに平均化した残留周波数誤差を保持し、周波数補正部103に出力する。周波数補正部103では同期シンボル終了タイミング以降の受信信号を、先に保持されている搬送波周波数誤差と保持された残留周波数誤差に基づいて周波数補正を行う。

【0047】

シンボル間位相差検出部110は各サブバンドごとに同期シンボルタイミング間隔の位相変化をサブバンド間位相差検出部111に出力する。

【0048】

サブバンド間位相差検出部111では、シンボル間位相差検出部110で求めた各サブバンド毎の同期シンボル間隔の位相変化をサブバンド間で比較し、このサブバンド間の位相変化からクロック周波数誤差を検出する。図5(c)で説明したようにクロック周波数誤差が生じるとサブバンド毎に送受間位相差が変化し、この変化はサブバンド周波数に比例する。図9にサブバンド相関部が2つの場合の例を示す。同期シンボルタイミングごとにシンボル間位相差検出部110から同期シンボル間隔の位相変化が入力される。クロック周波数誤差にある場合、この位相変化量はサブバンド毎に異なるため、サブバンド間の差を求め、これらを平均化してクロック周波数誤差を求める。

【0049】

タイミング安定部106が同期シンボル終了タイミングを検出すると、それまでに平均化したクロック周波数誤差を保持し、クロック発生部102に出力する。クロック発生部102は保持されたクロック周波数誤差に基づいてクロック周波数を制御し、補正されたクロック周波数で同期シンボル終了タイミング以降の受信信号をサンプリングする。

【0050】

同期シンボル終了タイミング以降の受信データシンボル列は、搬送波周波数誤差およびクロック周波数誤差が補正されており、データ復調部での復調誤りが軽減される。

【0051】

なお、上記シンボル間位相差検出部110の説明で、位相の比較を同期シンボルタイミングごととしたが、位相比較の間隔を可変にすることもできる。つまり、位相比較の間隔を短くすれば周波数誤差の検出範囲を広くすることができ、位相比較の間隔を長くすれば周波数誤差の検出範囲は狭くなるがより精密な検出が可能となる。よって受信装置の動作開始時など、周波数誤差が大きな場合は、例えば1同期シンボルタイミングごとに位相比較を行い、周波数誤差の検出範囲を広くすればよい。その後複数回伝送フレームを受信し、周波数誤差が小さくなっている場合は、例えば伝送フレーム間隔の同期シンボルタイミングごとに位相比較を行い、周波数誤差検出範囲を狭めてより精密な検出をすることもできる。

【産業上の利用可能性】

【0052】

本発明にかかる受信装置は、搬送波周波数誤差が大きな場合でも、マルチキャリア同期プリアンプを用いてシンボル同期、搬送波周波数同期およびクロック周波数同期を短時間でできるため、有線または無線伝送装置に用いるものとして有用である。

【図面の簡単な説明】

【0053】

【図1】 本発明の実施の形態1における受信装置の構成を示すブロック図

【図2】 従来のOFDM受信装置の構成を示すブロック図

【図3】 本発明で用いる伝送フレームの構成図

【図4】 本発明で用いる同期シンボルの説明図

【図5】 周波数誤差が生じた場合の受信サブバンドの周波数と位相の説明図

【図6】 同期パターンを用いた搬送波周波数推定の説明図

【図7】 タイミング判定部の動作説明図

【図8】 シンボル間位相差検出部の動作説明図

【図9】 サブバンド間位相差検出部の動作説明図

【符号の説明】

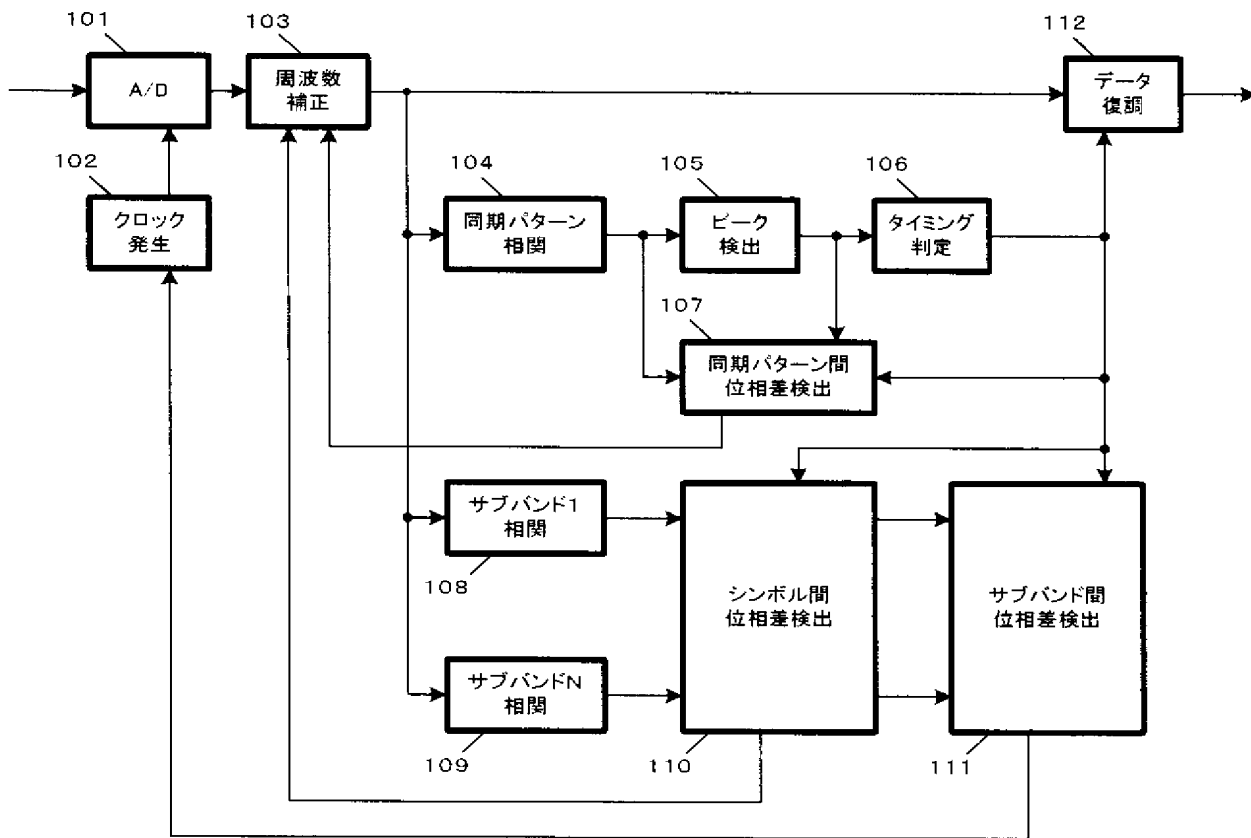
【0054】

- 101 A/D変換部
- 102 クロック発生部
- 103 周波数補正部
- 104 同期パターン相関部
- 105 ピーク検出部
- 106 タイミング判定部
- 107 同期パターン間位相差検出部
- 108, 109 サブバンド相関部
- 110 シンボル間位相差検出部
- 111 サブバンド間位相差検出部
- 112 データ復調部
- 201 A/D変換回路
- 202 クロック発生回路
- 203 複素乗算回路

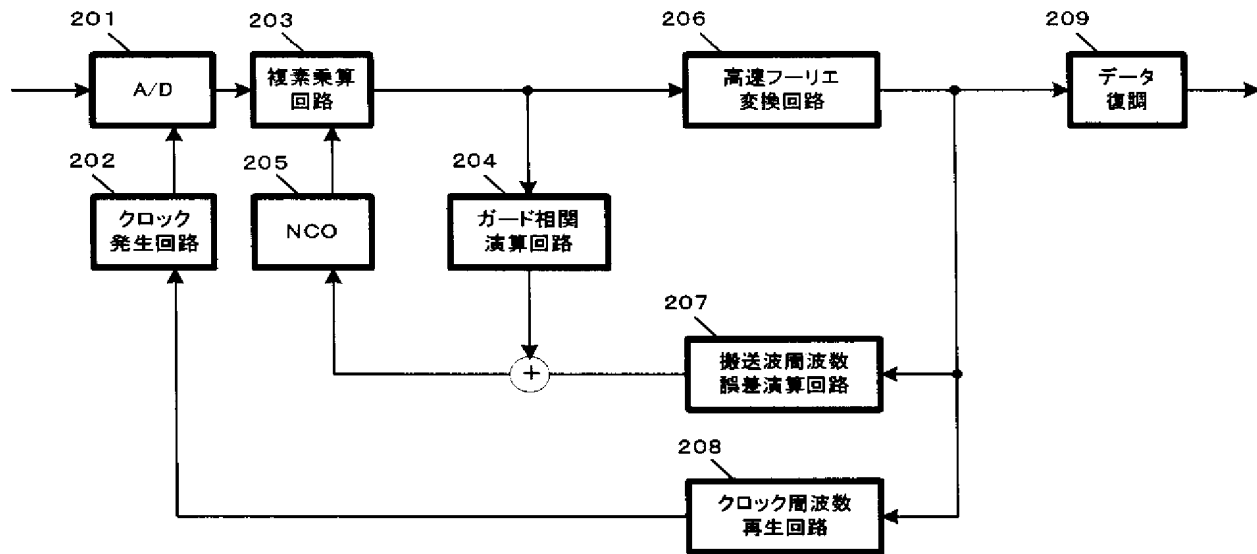
2 0 4	ガード相関演算回路
2 0 5	N C O（数値制御発振回路）
2 0 6	高速フーリエ変換回路
2 0 7	搬送波周波数誤差演算回路
2 0 8	クロック周波数再生回路
2 0 9	データ復調部

【書類名】 図面

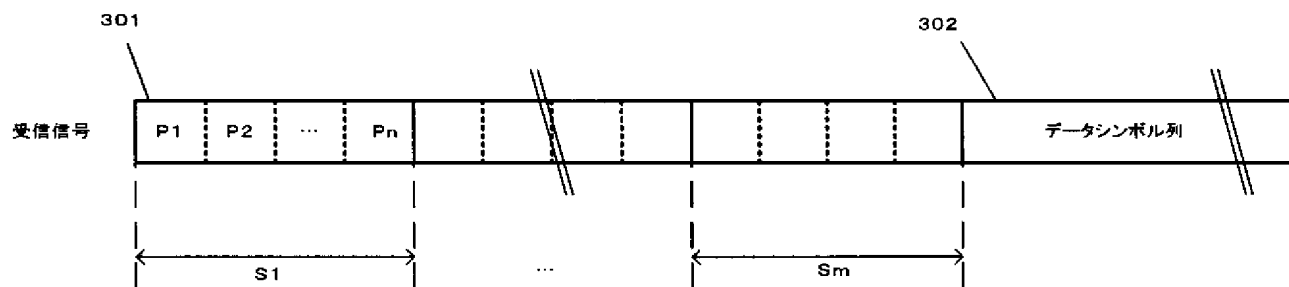
【図 1】



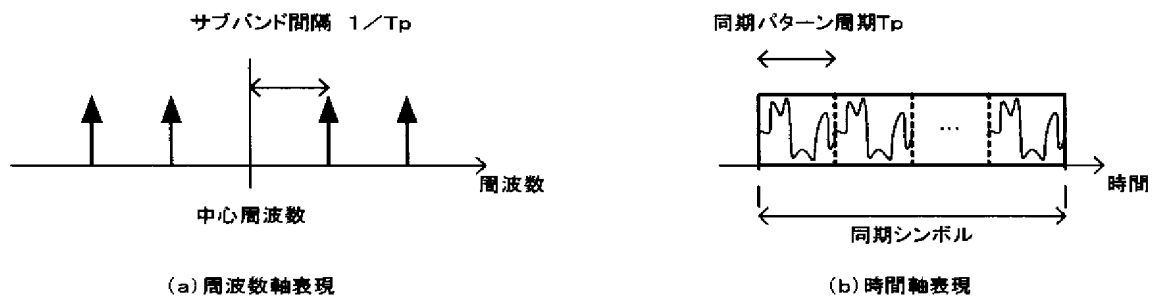
【図 2】



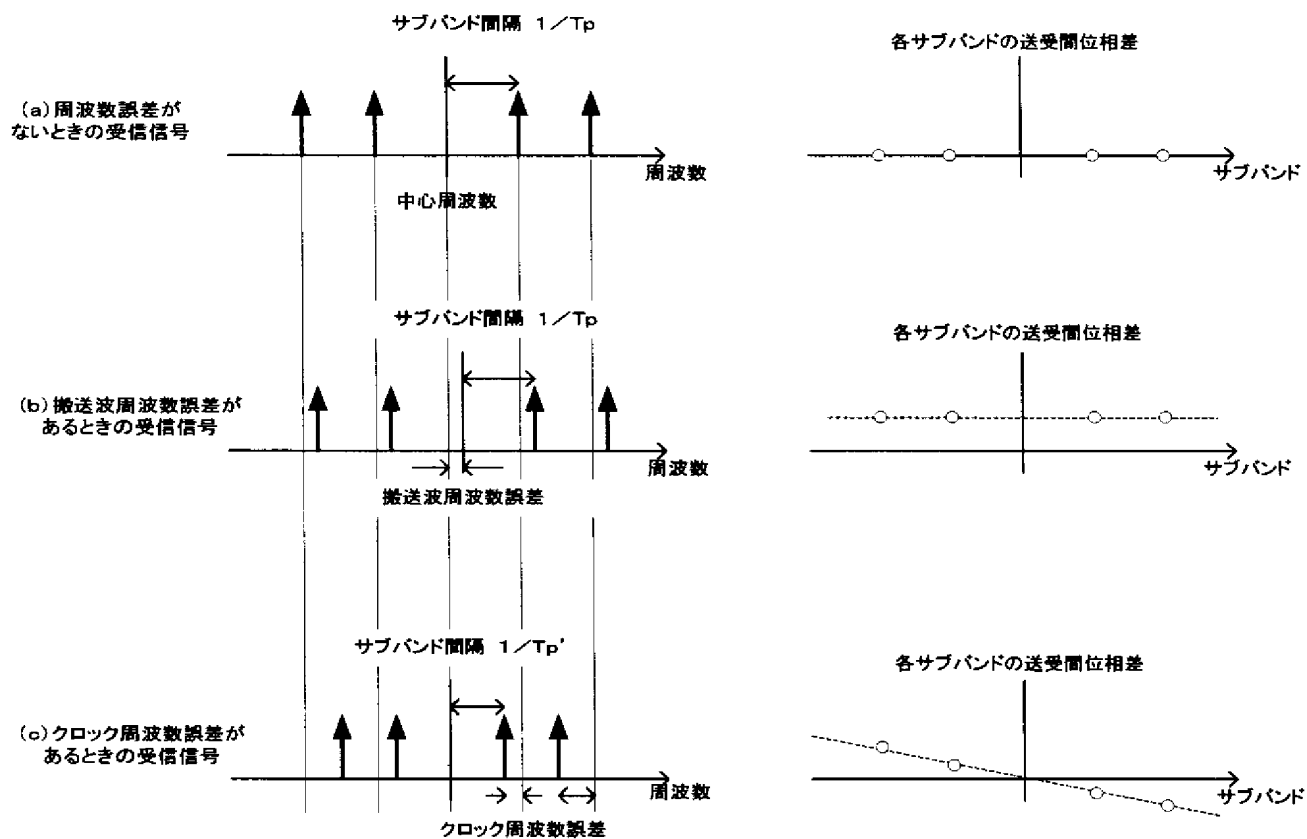
【図 3】



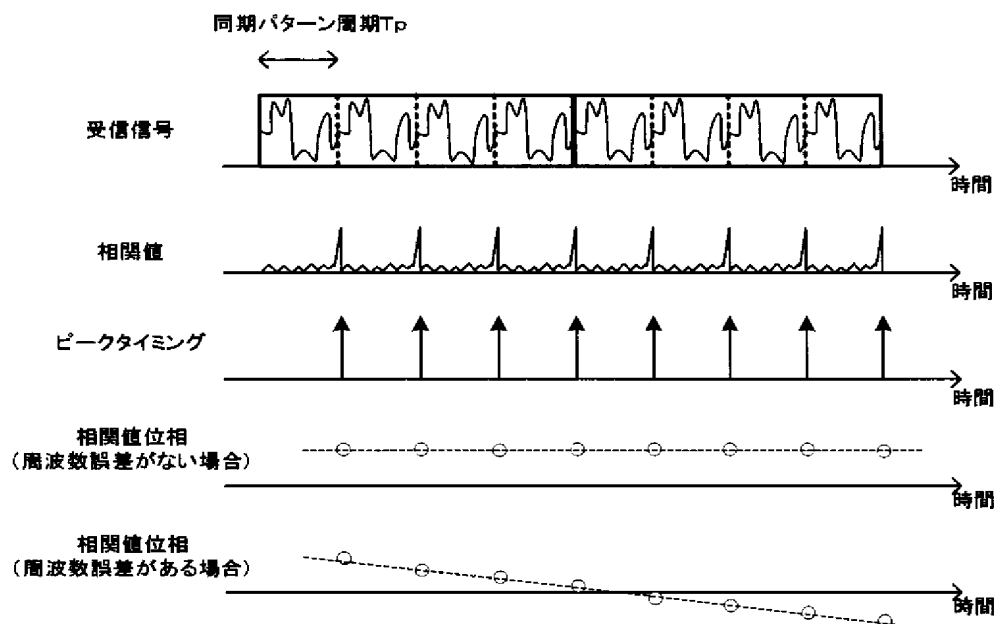
【図 4】



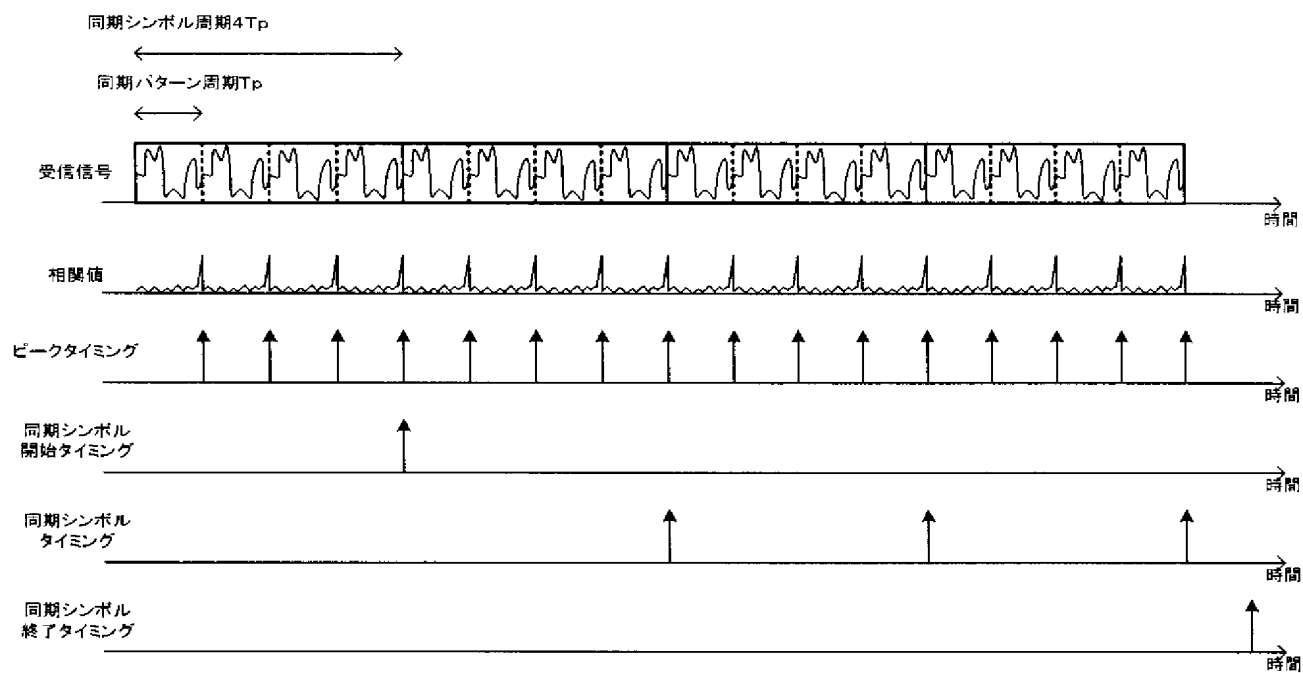
【図 5】



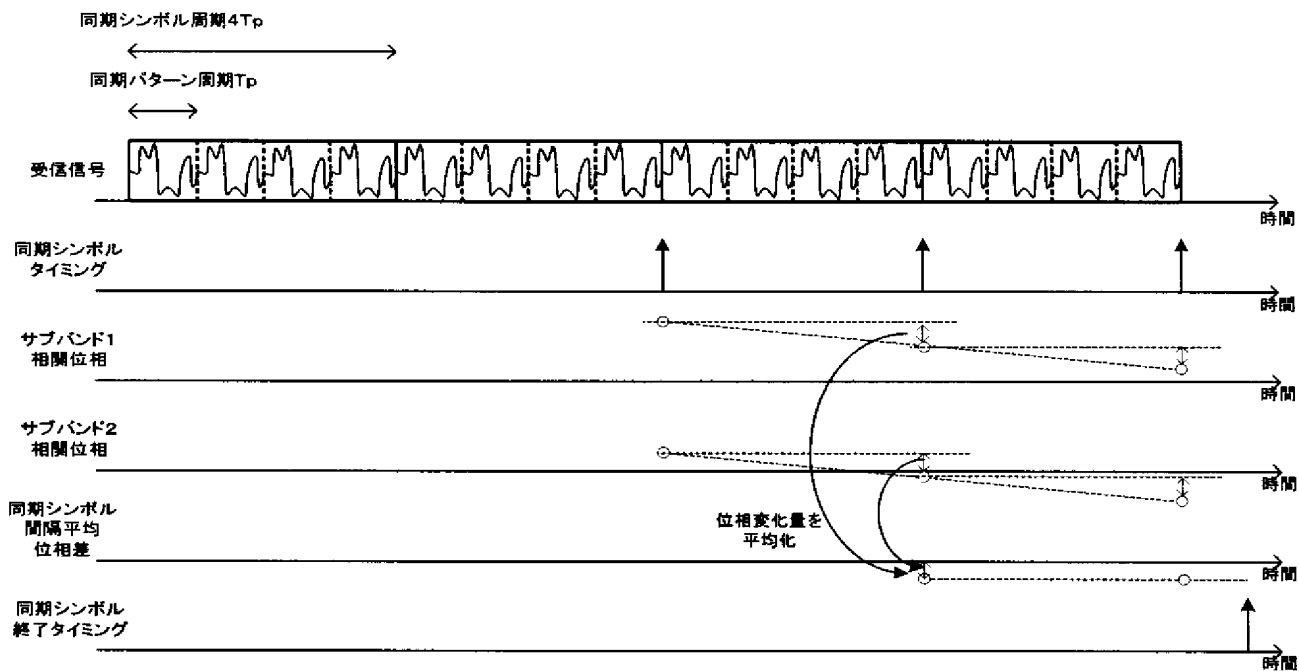
【図 6】



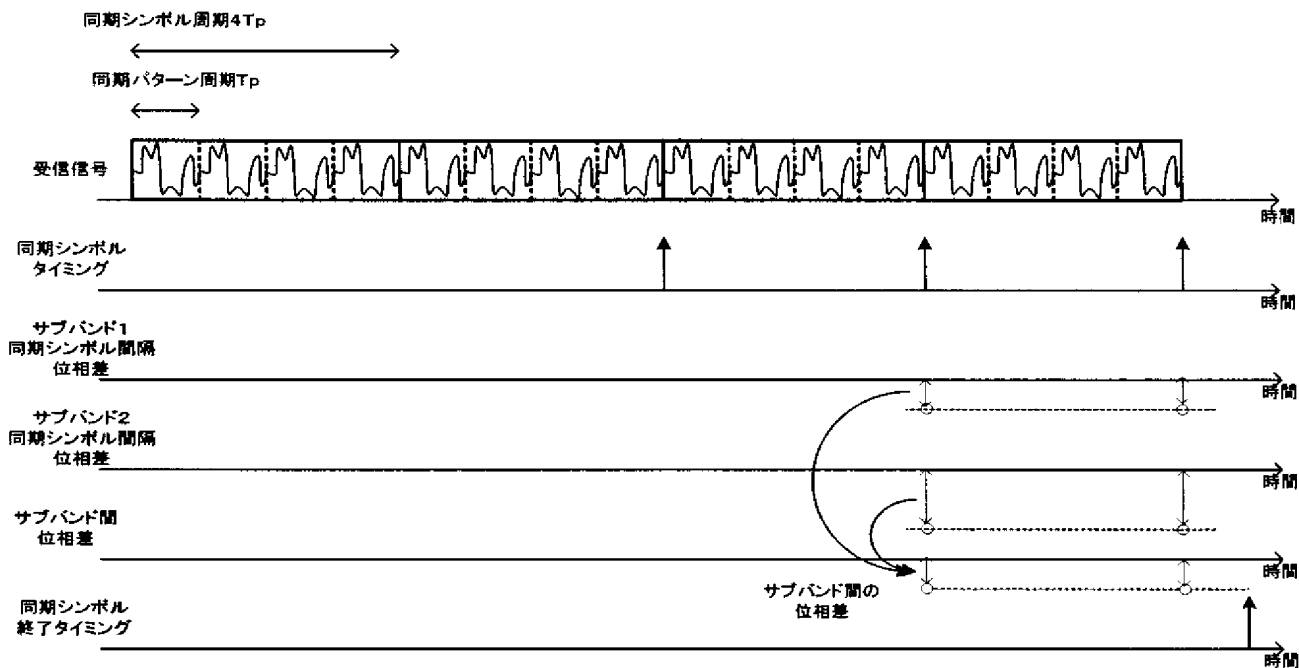
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 搬送波周波数誤差が生じても正確に短期間でクロック信号を再生する受信装置を提供する。

【解決手段】 互いに直交し、周波数が異なる複数のサブバンドシンボルの合成信号で、各サブバンドの周波数は等間隔に配置され、シンボル内に複数の繰り返しパターンが表れる信号を同期シンボルとし、この同期シンボルを複数繰り返す同期シンボル列がデータシンボルの前に挿入される伝送フレームを受信する受信装置で、繰り返しパターン間の位相差から搬送波周波数誤差を検出して誤差を補正後、サブバンドシンボルの相関を求めることで、搬送波周波数誤差がある場合でも精度よくサブバンド毎の位相変化を検出することができる。各サブバンドのシンボル間位相差から残留周波数誤差を検出し、各シンボル間位相差のサブバンド間位相差からサンプリングクロック周波数誤差を検出し、補正することでデータシンボルの復調誤りを低減できる。

【選択図】 図 1

出願人履歴

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社